

Neue nationale Vorgaben für MBA: Erfahrungen der ersten zwei Jahre aus Sicht eines Anlagenbetreibers

Andreas Warnstedt*, Joachim Dach, Günter Müller***

* Rhein-Lahn-Kreis Abfallwirtschaft, Bad Ems

** BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH, Koblenz

Two Years of Experience with New German Regulations for MBT Plants: View of an MBT Operator

Abstract

1st June, 2005 signified a milestone for the waste management of the Federal Republic of Germany. New national regulations set new challenges in particular for operators of MBT plants. In this context the past two years were marked by the appearance of facility- and process-engineering difficulties and coping. These experiences are shown exemplarily for the MBT plant Singhofen, also waste storage parameters and exhaust air parameters are mentioned. The use of cleaned leakage water as a process water reduces the energy consumption in the leakage water disposal and contributes to a reduction of water pollution.

Zusammenfassung

Der 1. Juni 2005 bedeutete einen Meilenstein in der Abfallwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland. Neue nationale rechtliche Vorgaben bargen neue Herausforderungen insbesondere für den Betrieb von MBA. In diesem Zusammenhang waren die vergangenen zwei Jahre vom Auftreten von Problemen anlagen- und verfahrenstechnischer Natur und der Bewältigung dieser geprägt. Diese Erfahrungen werden in diesem Beitrag exemplarisch für die MBA Singhofen vorgestellt, wobei auch auf Ablagerungs- und Emissionsparameter eingegangen wird. Die Verwendung von gereinigtem Sickerwasser als Prozesswasser reduziert den Energieeinsatz in der Sickerwasserentsorgung und trägt zu einer Reduzierung der Gewässerbelastung bei.

Keywords

AbfAbIV, 30. BImSchV, Biologische Aktivität, DOC im Eluat, MBA, RTO, Wasserbilanz.

1 Einleitung

Mit dem 1. Juni 2005 wurde die Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) als Bestandteil der Artikelverordnung rechtlich wirksam und läutete damit eine Wende in der bundesdeutschen Abfallwirtschaft ein. Für einen weiteren Bestandteil, nämlich der 30. Bundesimmissionsschutzverordnung (30. BImSchV), stellte spätestens der 1. März 2006, wie er für Altanlagen festgelegt wurde, den Geltungstermin dar. Beide Normen stellen vor allem für die mechanisch-biologische Restabfallbehandlung als Teil einer stoffstromspezifischen Abfallbehandlung einen Meilenstein dar. Damit verbunden war die Notwendigkeit Altanlagen umzurüsten und neue Behandlungsanlagen zu errichten. Die Einführung der beiden rechtlichen Vorschriften barg also wesentliche Neuerungen für neue

Internationale Tagung MBA 2007 www.wasteconsult.de

und bereits bestehende mechanisch-biologische Restabfallbehandlungsanlagen. Vor Inkrafttreten der Abfallablagereverordnung und der 30. BImSchV wurde in der Fachliteratur im Frühjahr 2005 darauf hingewiesen, dass die MBAn 1 Jahr benötigen, um aus der Versuchsphase in den Regelbetrieb überzugehen. Am Beispiel der MBA Singhofen sollen hier die Erfahrungen der ersten 2 Jahre aus Sicht eines Anlagenbetreibers vorgestellt werden. Hierzu werden nach einem kurzen Abriss der Geschichte der MBA Singhofen einige Auffälligkeiten und damit verbundene Optimierungen aufgezeigt. Dabei werden neben anlagentechnischen und verfahrenstechnischen Aspekten auch der Erfolg von Rotte und Abluftreinigung und die damit verbundenen Energieströme berücksichtigt. Eine Korrelationsbetrachtung soll einen zusätzlichen Einblick in analytische Betrachtungen geben. Auf eine Darstellung der einzelnen Inhalte der neuen rechtlichen Rahmenbedingungen soll an dieser Stelle verzichtet werden.

2 Erstellung und Inbetriebnahme

Zwischen Veröffentlichung der Verordnung und dem Inkrafttreten hatten die Anlagenbetreiber zur Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben knapp 4 Jahre Zeit. Nach kommunalpolitischer Entscheidungsfindung, der Planung und der Genehmigungsphase wurden die einzelnen Lose im Herbst 2004 ausgeschrieben, die Bauarbeiten begannen um die Jahreswende 2004/2005. Das ehrgeizige Ziel, die Anlage nach halbjähriger Bauzeit in Betrieb zu nehmen, wurde weitestgehend eingehalten.

Ein Problem während der Genehmigung war die Anerkennung der überdachten Nachrotte. Gemäß der 30. BImSchV sind Abfallbehandlungsanlagen grundsätzlich einzuhausen. Von dieser Einhausung kann gemäß § 16 der 30. BImSchV grundsätzlich abgewichen werden, wenn der zur Nachrotte vorgesehene Abfall den Wert von 20 mgO₂/gTS (Atmungsaktivität) ... unterschreitet und durch sonstige betriebliche Maßnahmen sichergestellt wird, dass der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen auf andere Weise Genüge getan ist (BMU, 2001). Im Falle der MBA Singhofen wurde die Nachrotte überdacht und mit einer Saugbelüftung versehen. Für möglicherweise auftretende diffuse Luftaustritte wurden die Frachtgrenzwerte, die gemäß 30. BImSchV einzuhalten sind in der Betriebsgenehmigung reduziert. Des Weiteren sind innerhalb von 2 Jahren nach Betriebsbeginn Optimierungsuntersuchungen zum Nachrottebetrieb durchzuführen und der Genehmigungsbehörde vorzulegen.

3 Erfahrungen und Optimierungen

3.1 Anlagentechnisch

3.1.1 Mechanische Aufbereitung

In der vorhandenen Mechanischen Aufbereitung als erste Stufe der MBA wurde neben der Ablufttechnik vor allem die Zerkleinerung verändert. Hierzu wurde als Zerkleinerungsaggregat ein Terminator 5000 (Firma Komptech) installiert. Die Installierung erfolgte direkt über einem Förderband dem sich unmittelbar ein steiles Steigband zur Beschickung der Siebtrommel anschließt. Der Abstand zwischen der Zerkleinerungswelle und dem Gegenrechen ist verstellbar. Hierdurch kann der Zerkleinerungsgrad ohne großen Aufwand geändert werden. Dies wirkt sich insbesondere dadurch vorteilhaft aus, dass die Menge der heizwertreichen Fraktion und somit die Einhaltung der Grenzwerte für Heizwert bzw. TOC im Feststoff beeinflusst werden kann. Bei zunehmender Abnutzung der Zerkleinerungsmechanik kann ebenfalls durch Verstellen des Abstandes die Qualität der Zerkleinerung beibehalten und so eine bessere Ausnutzung der Zerkleinerungsmechanik erreicht werden.

Die Ablufferfassung wurde so geändert, dass die höher belastete Luft von Übergabestellen, Siebtrommel, Homogenisiertrommel, etc. gesondert erfasst und direkt der Abluftbehandlung zugeführt wird. Die geringer belastete Hallenluft wird über einen Staubfilter geleitet und in der Intensivrotte als Prozessluft weiterverwendet. Zerkleinerer, Steigband und Ablufführung erwiesen sich im Betrieb mit Hausmüll als zuverlässig und weitestgehend unanfällig gegenüber Störungen.

Auch das 200 m lange, gekapselte Förderband zum Transport des mechanisch aufbereiteten Materials in die Intensivrotte arbeitete weitgehend störungsfrei. An dieser Bandbrücke sind auch die o.g. Lufttransportleitungen befestigt. Befürchtungen, dass die verzinkten Stahlblechrohre in kürzester Zeit korrodieren könnten, haben sich bisher nicht bestätigt.

Die Installation eines zweiten Magnetabscheiders im Feinkornstrom brachte eine erhöhte Ausbeute an stofflich verwertbaren Eisenmetallen mit sich.

3.1.2 Intensivrotte

Als Intensivrotte wurde ein bisher betriebenes Kompostwerk mit Rotteboxen umgebaut und erweitert. Es bestand noch bei Betrieb des Kompostwerkes die Möglichkeit Hausmüll zu behandeln und so bereits vorab wertvolle Erfahrungen für den jetzigen Betrieb zu sammeln.

Nach Fertigstellung der Abluftreinigungsanlage war die Inbetriebnahme der Intensivrotte (IR) ermöglicht. Der Startschuss für den Probetrieb war gegeben. Aufgrund der fehlenden Vorlaufzeiten war der Anspruch, die Intensivrotte von Anfang an unter Volllast zu betreiben bei gleichzeitiger Einhaltung der Ablagerungsbedingungen zwingend vorgegeben. Neben den üblichen anlagentechnischen Optimierungsarbeiten entsprach die Leistungsfähigkeit der Intensivrotte den Erwartungen.

Abgesehen von Korrosionserscheinungen, die im Zusammenhang mit den behandelten Medien in gewissem Umfang zu erwarten waren, erwies sich die Rotteboxentechnik in Verbindung mit einfacher Radladerbeschickung als sehr robust und flexibel. Die installierte Anlagentechnik in der Intensivrotte ist insgesamt geeignet die neuen gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen.

Zur Minimierung von Korrosionserscheinungen stehen die Installierung einer Klimaanlage in Verbindung mit ausreichender Belüftung der betroffenen Hallenteile und eine vorgeschaltete Trocknung der Steuerluft als vorbeugende Maßnahme zur Diskussion.

3.1.3 Nachrotte

Die Nachrotte der MBA Singhofen wurde auf einem alten, in der Vergangenheit mit Müll beschickten, Deponieabschnitt errichtet. Dank einer flexiblen Dachkonstruktion in Verbindung mit einem geeigneten Unterbau erwies sich die Nachrottefläche als weitestgehend setzungsunempfindlich und emissionsfrei.

Die Saugbelüftung der Nachrotteflächen funktionierte erwartungsgemäß. Sensibel stellte sich der Asphalt als Untergrund dar. Entgegen den Erwartungen treten in den Nachrottemieten noch Temperaturen von teilweise über 70°C auf. Diese Temperaturen an der Kontaktfläche zwischen Rottematerial und Untergrund sorgen für eine Erweichung des Asphalts, was beim Umsetzvorgang mittels Radlader zu Beschädigungen des Untergrundes führen kann (Abschälen der Deckschicht, Eindrücke und Kerben im Asphalt). Zur Minimierung solcher Beschädigungen wird die Miettemperatur überwacht und mittels veränderter Belüftungs- und Bewässerungsintensität optimierend beeinflusst.

Zur Vermeidung der Austrocknung des Rotteguts wurde eine Bewässerungsleitung mit separaten Abgängen für jedes Rottefeld installiert. An diese werden ortsveränderliche Bewässerungseinrichtungen (Sprühregner) installiert, die je nach Bedarf eingeschaltet werden. Als Befeuchtungsmittel wird vorrangig endgereinigtes Deponiesickerwasser aus der betriebseigenen Sickerwasserreinigungsanlage oder Oberflächenwasser verwendet.

Die Abluft der Nachrotte wird über eine ca. 700 m lange, erdverlegte HDPE Leitung DA 600 mit Kondensatabscheider am Tiefpunkt zur Intensivrotte geführt. Die Abluft kühlt

sich während des Transportes um 15 – 20 °C ab, und kann anschließend als Prozessluft in der Intensivrotte weiterverwendet werden. Hierdurch kann im Rahmen des Abluftmanagements die anfallende und zu behandelnde Luft minimiert werden.

3.1.4 Abluftreinigung

3.1.4.1 Verblockung der Wabenkörper

In der Planungsphase ging man als Betreiber von einer wartungsarmen Abluftbehandlungsanlage aus. Es wurde zunächst damit gerechnet, dass eine 1 bis 2-malige Abschaltung und Reinigung/Wartung ausreichend sei. Diese Erwartung, die auch von Seiten des Anlagenbauers vertreten wurde, wurde jedoch bereits nach wenigen Betriebswochen enttäuscht. Schon nach ca. 6 Wochen Betriebszeit ließ die Reinigungsleistung der RTO stark nach, so dass man auf der Suche nach Ursachen eine RTO öffnete. Dabei stellte sich heraus, dass die Wabenkörper unterhalb der Brennkammer durch Siliziumdioxidverbindungen verstopft waren, was auch bereits zur Zerstörung mehrerer Wabenkörper führte. Es stellte sich schnell heraus, dass auch andere MBA-Betreiber das gleiche Problem haben. Da zur Vermeidung dieser Ablagerungen noch kein Weg gefunden ist, scheint zur Reduzierung dieser Ablagerungen und deren Folgen bisher nur eine regelmäßige Reinigung (im vorliegenden Fall alle 5 – 6 Wochen) zielführend zu sein. Dank einer installierten Redundanz der beiden RTO-Linien verläuft die Reinigung weitgehend ohne Verfügbarkeitsdefizite der Abluftreinigung.

Um die Verstopfungen der Waben und somit eine Energieoptimierung in den Griff zu bekommen, wird nun versucht, sich langsam an das optimale Reinigungsintervall heranzutasten. Derzeit betragen die Reinigungsintervalle 6 Wochen. Diese Reinigungsintervalle werden schrittweise verlängert, bis ein Optimum zwischen dem Aufwand der Reinigung und dem noch tolerierbaren Energieverbrauch gefunden ist. Die Erfahrungen nach Einführung dieser regelmäßigen Reinigung zeigen, dass damit der Betrieb wirksam stabilisiert werden konnte. Nach ersten Beobachtungen kann festgestellt werden, dass die Verschmutzung dann am geringsten ist, wenn die Intensivrotte mit etwas trockenerem Abfall gefahren wird. Hier ist dann jedoch die biologische Aktivität des Materials am geringsten, was dann wiederum contraproduktiv für den biologischen Abbau ist.

Als mögliche Ursache für die Verstopfung der Wabenkörper wurde neben der Zusammensetzung der Rotteabluft auch eine vermutete Zersetzung der Innenisolierung in der Brennkammer infolge der hohen Temperaturen (bis zu ca. 850°C) vermutet. Als Reaktion wurde die gesamte Innenisolierung entfernt und durch ein besser geeignetes Material ersetzt.

3.1.4.2 Korrosion

Korrosionsprobleme sind auch bei der Abluftreinigung zu finden. Diese liegen jedoch über dem zunächst erwarteten Maß. Hier ist es vor allem die Rohgasseite der RTO, die davon betroffen ist. Sowohl im Ventilator und der dahinter angeordneten Leitung bis zur RTO als auch im Rohgaskanal (innerhalb der RTO) führte Korrosion hier schon zu Undichtigkeiten, die behoben werden mussten. Korrosionsprobleme in der Reingasseite wie sie bei anderen MBA-Betreibern bemängelt wurden sind in diesem Umfang in der Reingasseite der RTO Singhofen bisher nicht festgestellt worden. Als Ursache für die Korrosionserscheinungen werden zum einen die aggressive Rotteablufte und zum anderen die Anreicherung der Ablufte mit Schwefelsäure im Zuge des Betriebes des vorgeschalteten „Sauren Wäschers“ vermutet. Letzteres soll mutmaßlich mit der Steuerung der Ammoniumsulfatausschleusung zusammenhängen.

Als Lösung wurde zunächst der Schutzanstrich teilweise erneuert, mit dem Ziel der aggressiven Rotteablufte länger Stand zu halten und somit Korrosionserscheinungen länger hinauszuzögern. Durch Korrosion bereits zerstörte Leitungsteile wurden entfernt und durch hochwertigen Stahl ersetzt. Die Brennkammern wurden von außen vollständig isoliert und verkleidet, um einer Schwitzwasserbildung vorzubeugen. Die Steuerung der Ammoniumsulfatausschleusung wird derzeit optimiert.

Der Anlagenhersteller wird noch im Frühjahr 2007 die Anlage mit einem hochwertigen Innenkorrosionsschutz versehen, der den hohen Temperaturen in der Anlage standhalten muss. Ob neben diesen passiven Maßnahmen weitere Maßnahmen notwendig werden, kann derzeit noch nicht abschließend bewertet werden.

Eine Eisbildung an den Ventilen im Winter, wie von anderen MBA-Betreibern aufgeführt, wurde bei der RTO in Singhofen bisher so nicht festgestellt.

Auf weitere Auffälligkeiten im Zusammenhang mit der RTO, als wesentlichen Bestandteil der Abluftreinigung, geht der später folgende Beitrag von DACH ET AL. näher ein.

3.2 Verfahrenstechnisch

3.2.1 Allgemein

Die Umrüstung zur ordnungskonformen MBA führte auch zu verfahrenstechnischen Veränderungen. So wurde ab 1. Juni 2005 zur Einhaltung des Ablagerungswertes von Heizwert, bzw. TOC im Feststoff die heizwertreiche Fraktion ausgeschleust und musste der externen Verwertung zugeführt werden. Genau an dieser Schnittstelle traten bereits wenige Wochen nach Einführung der AbfAbIV bundesweit Komplikationen auf. Die Aufbereitungsanlagen konnten die aufkommenden Mengen an heizwertreicher Fraktion zunächst nicht mehr vollständig durchsetzen, da unter anderem aus dem Gewerbeab-

fallsektor deutlich höhere Mengen als prognostiziert angeliefert wurden. Dieser Umstand führte vielerorts zum Annahmestop für heizwertreiche Fraktion. Mit den Konsequenzen wurde auch die MBA Singhofen konfrontiert. Das führte zur Notwendigkeit Zwischenlagerkapazitäten für diesen Stoffstrom zu schaffen. In 2005 wurden ca. 2.500 t der heizwertreichen Fraktion zwischengelagert, dieses Zwischenlager konnte jedoch bereits Anfang 2006 aufgelöst werden.

Bereits frühzeitig wurde erkannt, dass die heizwertreiche Fraktion noch zu ca. 15-25 % mit biogenem Feinmaterialien verunreinigt ist. Zur Schaffung einer sortenreineren heizwertreichen Fraktion wird mehrmals wöchentlich eine zweite Absiebung dieses Stromes vorgenommen. Die so erzeugte reinere Qualität schuf neue Absatzmöglichkeiten. Dieser Umstand und die Tatsache, dass sich die Marktsituation bundesweit zunehmend entspannte, führten dazu, dass zwischenzeitlich die Entsorgung der heizwertreichen Fraktion gesichert ist.

Verfahrenstechnischen Auffälligkeiten in den einzelnen Anlagenteilen widmen sich die folgenden Punkte.

3.2.2 Intensivrotte

3.2.2.1 Allgemein

Die biologische Stufe musste vor dem Hintergrund des Zeitpunktes der Inbetriebnahme von Anfang an unter Volllast betrieben werden und arbeitete in den vergangenen 2 Jahren problemlos. Bei der Konzeption war eine Aufenthaltszeit in der Intensivrotte von 5 Wochen vorgesehen. Hierbei wurde die Atmungsaktivität von 20 mgO₂/gTS deutlich unterschritten, in der Regel wurden Werte von unter 10 mgO₂/gTS analysiert. Die Aufenthaltszeit in der Intensivrotte konnte auf rd. 4 Wochen reduziert und somit der Durchsatz erhöht werden.

Die flexible, einfache und robuste Ein- und Austragstechnologie mittels Radladerbetrieb erwies sich als äußerst hilfreich, um die jeweiligen logistischen Herausforderungen (z.B. gelegentliche Tunnelausfälle) im Betrieb der Intensivrotte zu bewältigen. Als Schnittstelle zwischen Intensivrotte und Nachrotte diente ein Containerfahrzeug, welches ein hohes Maß an Flexibilität sowohl beim Austrag aus der Intensivrotte als auch bei der Beschickung der Nachrottefelder gewährleistete.

3.2.2.2 Wasserversorgung

Zur Behebung anfänglicher Schwierigkeiten bei der Prozesswassernutzung in der Intensivrotte wurde zunächst ein dreistufiges Absetzbecken mit vorgeschaltetem Sieb vor dem Prozesswasserspeicherbecken installiert. Um die weiterhin aufgetretenen Störstoffe im Prozesswasser zu beseitigen und damit Pumpenbeschädigungen zu vermeiden,

wurde Anfang dieses Jahres zusätzlich ein Siebcontainer hinter dem Absetzbecken installiert. Seitdem durchläuft das aus den Tunneln abfließende Prozesswasser zunächst ein Sieb (> 5 mm) um dann ins Absetzbecken zu gelangen. Stoffe die jetzt noch im Prozesswasser enthalten sind, werden durch den nachgeschalteten Siebcontainer (< 2 mm) zurückgehalten, so dass das Prozesswasser weitgehend von Störstoffen befreit ins Speicherbecken gelangt. Einer Beschädigung der Pumpen oder Verstopfung der Düsen durch das dort entnommene (gereinigte) Prozesswasser wurde dadurch entgegengewirkt.

Eine Substituierung des Prozesswassers durch Oberflächenwasser führte zu keinen signifikanten Veränderungen im Intensivrotteoutput, so dass der Einsatz von Prozesswasser in der MBA Singhofen die sinnvollste Befeuchtungsvariante darstellt. Lediglich bei der Nachrotte wird bei Bewässerung mit dem hochkonzentrierten Prozesswasser eine „Rückverunreinigung“ des Rottegutes befürchtet. Daher wird hier zur Bewässerung endgereinigtes Sickerwasser verwendet. Das hat vor allem den positiven Effekt, dass die MBA nicht nur abwasserfrei arbeitet, sondern auch weiteres Abwasser (z.B. aus der Deponie) verwendet werden kann (siehe auch 3.6).

3.2.2.3 Luftmanagement

Zum Austragen der während des biologischen Abbaus freigesetzten Wärme sind erhöhte Frischluftmengen einhergehend mit äquivalent ansteigenden Abluftmengen erforderlich. Eine Substituierung der Frischluft durch Umluft ist mit Hilfe einer Umluftkühlung möglich. So können zusätzliche Abluftmengen, die zu einer Mehrauslastung der RTO führen würden, zukünftig vermieden werden. Derzeit ist in der Prüfung, ob entsprechende Optimierungen wirtschaftlich umgesetzt werden können.

3.2.3 Nachrotte

Auch die Nachrotte als zweite biologische Stufe lief bereits früh mit hoher Durchsatzleistung und gleichzeitiger Einhaltung der Ablagerungskriterien. Anfängliche Schwierigkeiten der gleichmäßigen Befeuchtung des Rottematerials konnten hauptsächlich durch anlagentechnische Optimierungen (bereits unter 3.1.3 beschrieben) beseitigt werden.

Zur Begünstigung des Austrags der thermischen Energie aus den Mieten wurde neben der Befeuchtung des Restabfalls während der Nachrotte ein häufigeres Umsetzen durchgeführt. Mit dem Ziel eines weitgehend homogenen Feuchtegehalts im gesamten Rottegut, wurde zusätzlich während des Umsatzvorganges bewässert. Diese verfahrenstechnischen Änderungen führten zu einem verbesserten Austrag der thermischen Energie und zum besseren biologischen Abbau organischer Substanz.

Erste betriebsbegleitende Messungen zeigten bereits, dass die Nachrotte selbst im Volllastbetrieb ohne nennenswerte diffuse Emissionen betrieben wird. Die Messungen wiesen Konzentrationen von ca. 3 - 4 ppm Methan aus. Demnach ergibt sich keine von der Nachrotte ausgehende relevante Emissionsbelastung. Durch weitergehende Messungen im Rahmen der Optimierung konnte außerdem gezeigt werden, dass die Nachrotte sogar bei Mietenhöhen (Tafelmieten) von mehr als 3 m aerob arbeitet. In der Rotteabluft waren selbst im Promillebereich keine Methanemissionen als Indikator für anaerobe Abbauprozesse feststellbar; ein deutliches Indiz für eine optimale Belüftung des Materials.

3.2.4 Abluftreinigung

3.2.4.1 „Saurer Wäscher“

Mit Hilfe der „Sauren Wäsche“ als erste Stufe der Abluftreinigung konnte von Anfang an die Abluft von Ammoniak derart entfrachtet werden, dass Lachgasemissionen nur in äußerst geringen Mengen und weit unter den gesetzlichen Anforderungen auftraten.

Die „Saure Wäsche“ produziert eine Ammoniumsulfatlösung (ASL), die sich je nach Beschaffenheit als Düngemittel landwirtschaftlich verwerten lässt. Ein relativ hoher Kondensatanfall, z.B. aufgrund der Feuchtigkeitssättigung der Rotteabluft, führte zum erhöhten Anfall auszuschleusender ASL in Verbindung mit einer geringeren Stickstoffkonzentration. Die Stickstoffkonzentration konnte z.B. durch wärmetechnische Isolierung des Wäschers und Installation eines Tropfenabscheiders so weit optimiert werden, dass die Kosten für die Verwertung der ASL auf ein Drittel der anfänglichen Kosten reduziert wurden. Die Programmierung einer veränderten Ausschleusungssteuerung soll zukünftig ihr übriges zur Erhöhung der Dichte der ASL beitragen.

3.2.4.2 RTO

Zu Reinigungs- und Wartungszwecken wurde in der Regel nur eine RTO abgeschaltet, so dass die zweite RTO die anfallenden Abluftmengen verarbeiten konnte (Redundanz). Im 1-linigen Betrieb wurden zeitweise erhöhte C_{gesamt} -Werte festgestellt, die jedoch weitestgehend die Grenzwerte einhielten. Die Zusammenhänge hinsichtlich der erhöhten Werte im 1-linigen Betrieb sind inzwischen weitestgehend aufgeklärt. Und zwar ist hier häufig ein erhöhter Druck vor der RTO verantwortlich für das Durchdringen der Rohluft durch Bypassklappen (nicht zu 100% dicht) direkt zum Kamin. Dementsprechend wird zukünftig im 1-linigen Betrieb das Abluftvolumen vorübergehend gedrosselt, um C_{gesamt} -Spitzen zu vermeiden.

Um Temperaturschwankungen im Reingas zu vermeiden und eine optimale Energie- und Reinigungseffizienz der RTO zu gewährleisten wurden zusätzlich die Spülintervalle der einzelnen Kammern neu programmiert.

3.3 Analyseergebnisse des Rottematerials

Bereits die ersten Rottechargen zeigten, dass vor allem die Einhaltung des Parameters DOC im Eluat (bis 1. Febr. 2007 TOC im Eluat) sich problematischer gestaltet als die Einhaltung der Atmungsaktivität. Der DOC im Eluat verhält sich nicht regelmäßig. Er reduziert sich nicht stetig im Verlauf der Rotte. Mögliche Ursachen hierfür wurden u.a. in WARNSTEDT ET AL., 2006 diskutiert. Auch diesem Umstand ist bereits Rechnung getragen worden, indem mit Wirkung vom 1. Februar 2007 der Zuordnungswert auf 300 mg/l und der Grenzwert auf 600 mg/l erhöht wurde (BMU, 2006). Die anderen Parameter nach Anhang 2 stellten kein Problem dar.

Optimierungsansätze hinsichtlich des biologischen Abbaus organischer Substanz wurden bereits im oben genannten Zusammenhang diskutiert, so dass hier nur exemplarisch einige Ansätze ohne Anspruch auf Vollständigkeit erwähnt werden sollen.

Das Rottegut ist in jeder Rottephase auf das jeweilige Optimum zu befeuchten. Bei einem durch mangelnde Bewässerung ausgetrockneten Material lässt sich anschließend kaum noch der optimale Feuchtegehalt einstellen. Eine Verwendung von Prozesswasser empfiehlt sich in den letzten Rottewochen nicht mehr.

Ein häufigeres Umsetzen führt zu einer besseren Belüftung des gesamten Rottegutes, dient der Homogenisierung und begünstigt den Austrag freigesetzter thermischer Energie.

Um die Abhängigkeit des DOC im Eluat von der Temperatur der jeweiligen Probenahmestelle im Mietenkörper und den Einfluss der Belüftung zu untersuchen, wurde ein bereits biologisch behandeltes Material in zwei Chargen geteilt und anschließend 18 Tage weiter gerottet. Eine Miete wurde mit einer Höhe von ca. 1,10 m weiterhin aktiv saugbelüftet, die andere wurde mit einer Höhe von ca. 0,80 m separat unbelüftet gelagert. Bei beiden Chargen wurden die Temperaturen im Mietenkörper erfasst.

Aktiv belüftete Miete: Während sich der DOC im Eluat im unteren Teil der Miete (weitgehend ohne atmosphärische Einflüsse) bei einer mittleren Temperatur von 48,5 °C von 253 mg/l im Input auf 222 mg/l (im Mittel) reduzierte, erfolgte dies bei dem oberflächlichen Material bei mittleren 29 °C bis auf 171 mg/l (im Mittel). Da der Feuchtegehalt bei den betrachteten Probenahmestellen annähernd gleich war, steht die Vermutung im Raum, dass die Höhe des DOC im Eluat mit der Temperatur korreliert.

Nicht belüftete Miete: Hier konnte keine signifikante Reduktion des DOC im Eluat im Verlauf der 18 Tage festgestellt werden. Die Temperatur lag im Innern der Miete bei 43 °C und im Außenbereich bei ca. 41 °C (im Mittel). Die fehlende Belüftung scheint sich demnach nachteilig auf den DOC im Eluat auszuwirken.

Es stellte sich im Zuge der Optimierung heraus, dass einige Optimierungsschritte zu Gunsten des DOC im Eluat gleichzeitig zu Lasten des AT₄ gehen (vgl. auch Abb. 2), so dass wir zurzeit auch ein größeres Augenmerk auf den AT₄ legen.

3.4 Emissionsgrenzwerte

Hinsichtlich der Emissionsgrenzwerte bestanden bei der betrachteten Anlage anfängliche Schwierigkeiten eher in der Erfassung der Messdaten als in der Einhaltung der Grenzwerte laut § 6 30. BImSchV. Die Einzelmessungen hielten stets die geforderten Grenzwerte ein. Die in WALLMANN ET AL., 2006 beschriebenen positiven Erfahrungen hinsichtlich der Einzelmessungen für Dioxine/Furane konnten auch bei der RTO der MBA Singhofen bestätigt werden. Die Messergebnisse unterschritten hier den Grenzwert um den Faktor 10 bis 100.

Die kontinuierlich erfassten Abluftparameter hielten durchgehend die Grenzwerte nach 30. BImSchV ein und unterschritten diese deutlich; einzige Ausnahme bildet der Parameter C_{gesamt}. Hier kam es anfangs in Einzelfällen zu Überschreitungen, die aber auf eine fehlerhafte Volumenstrommessung zurückzuführen sind. Im Jahresmittel unterschritt auch C_{gesamt} den Grenzwert deutlich. In der Regel kann auch der über die 30. BImSchV hinausgehende Vertragswert sicher unterschritten werden.

Lachgas (N₂O) und die anderen kontinuierlich erfassten Parameter hielten durchgehend die geforderten Grenzwerte ein.

3.5 Energieströme

Der Verbrauch großer Frischluftmengen in der Intensivrotte und das damit verbundene Aufkommen großer, zu reinigender Abluftvolumina gehen mit einem zusätzlichen Verbrauch von elektrischem Strom und Primärenergieträgern (Erdgas) als Stützgas für die Verbrennung in der RTO einher. Mit zunehmender Routine beim Betrieb rücken die Energieströme immer mehr in den Vordergrund. Als Stützgas konnte das Erdgas weitgehend durch Deponiegas aus der benachbarten Deponie substituiert werden. Naturgemäß wird das Aufkommen von Deponiegas mittelfristig abnehmen und spätestens dann stellt sich die Frage nach einem sparsamen Einsatz von Stützgas. Die vom Anlagenhersteller als sparsam deklarierte automatische Gaseindüsung konnte in der MBA Singhofen sein Einsparpotential im Vergleich zum Brennerbetrieb noch nicht nachweisen.

Vorrangiges Ziel ist es die Energieverbrauchsspitzen (Elektrischer Strom, Erdgas) zu vermeiden oder zumindest zu minimieren. In diesem Zusammenhang wird derzeit ein Energiemonitoring aufgebaut. Ein erster Ansatz ist es, die Erdgasspitzen zu minimieren, indem bei zeitweisem Deponiegasmangel das Abluftvolumen vorübergehend reduziert wird. Weiterhin wird untersucht, ob die Installierung einer Kühlung der wassergesättigten Umluft in der Intensivrotte sich wirtschaftlich günstig darstellen lässt.

3.6 Wasserbilanzen

Zum optimalen Betrieb einer MBA ist eine ausreichende Bewässerung des Rotteguts unabdingbar. Synergieeffekte am Standort Singhofen können dadurch genutzt werden, dass für den nicht durch das anfallende Prozesswasser abgedeckten Wasserbedarf Sickerwasser aus der benachbarten Deponie eingesetzt wird. Biologisch gereinigtes Sickerwasser wird in der Homogenisierungstrommel zur Befeuchtung des Rohabfalls, in der Intensivrotte als Prozesswasser und endgereinigtes Sickerwasser v.a. in der Nachrotte zur Befeuchtung eingesetzt. Insbesondere in den trockenen Sommermonaten wird noch Betriebswasser von den Dachflächen und Niederschlagswasser von den Betriebsstraßen genutzt. Einen Überblick über den Wasserbedarf bildet Tabelle 1 exemplarisch für das Jahr 2006.

Tabelle 1 Wasserbedarf der MBA Singhofen (2006) gegliedert nach Anlagenteilen

Anlagenteil	Qualität	Gesamtmenge pro Jahr (m ³)
Mechanische Aufbereitung (MA)	Gesamt	5.090
	Sickerwasser	5.087
	Brauchwasser	3
Intensivrotte (IR)	Gesamt	23.567
	Sickerwasser	22.921
	Brauchwasser	646
Nachrotte (NR)	Gesamt	8.072
	Sickerwasser	1.628
	Brauchwasser	6.444
Gesamt MBA	Gesamt	36.729
	Sickerwasser	29.636
	Brauchwasser	7.093

Hierdurch ist nicht nur nachgewiesen, dass die Anlage, wie in der Abwasserbehandlungsvorschrift gefordert, abwasserfrei arbeitet. Vielmehr wird durch die Mitbenutzung des Sickerwassers die Gewässerbelastung erheblich minimiert. Seit Mai 2006 wurde bisher kein Sickerwasser mehr dem Vorfluter zugeführt. Bei einem bisherigen Sicker-

wasseranfall von 36.360 m³/a entspricht dies einer Gewässerentlastung von 5,8 t/a an CSB, von 2,2 t/a an anorganischem Gesamtstickstoff und 4 kg/a an AOX (auf Basis der Daten von 2004). Wegen der Verwertung von Sickerwasser in der MBA konnte im Sommer 2006 die 2. Reinigungsstufe von einer energieintensiven Nassoxydation auf Aktivkohle umgestellt werden. Hierdurch ist bei der Sickerwasserreinigungsanlage, ein Energieaufwand von ca. 1,5 - 2 MWh/a einzusparen.

Bei der Konzeption der Nachrotte ging man nur von einem geringen Anfall von gering belasteten Kondensatwässern aus. Die Entwässerung der Nachrotte wurde anlagenbedingt an die Sickerwasserentsorgung der Deponie angeschlossen. Wegen der erheblichen Bewässerung der Nachrottemieten fällt zwischenzeitlich auch hoch belastetes Prozesswasser an.

Die Nachrotte wurde bisher in den Arbeitsstunden von 8 - 16 Uhr beregnet. Das Prozesswasseraufkommen aus der Nachrotte beträgt im Mittel ca. 1 m³/h und weist einen mittleren CSB von ca. 12.000 mg/l auf. Es zeigt sich, dass diese Konzentration die biologische Behandlung der Sickerwasserreinigungsanlage überfrachtet. Die bisherigen Konzentrationen des Sickerwassers lagen bei einem CSB von ca. 2.000 mg/l. Durch intervallgesteuerte Beregnung soll versucht werden, das in der Nachrotte austretende Sickerwasser zu minimieren. Gleichzeitig wird untersucht, ob die bisher gezielte Bewässerung auf der Nachrotte zu einem Auswaschen von organischen Stoffen führt, das wiederum eine Verbesserung des Deponats zur Folge hätte. Hier wäre dann der Königsweg zwischen Optimierung der Nachrotte und Minimierung des Betriebsaufwandes der Sickerwasserreinigungsanlage zu finden. Gegebenenfalls wird es erforderlich dieses Prozesswasser vom Sickerwasser zu trennen und direkt dem Prozesswasserbassin der Intensivrotte zuzuführen. Dies würde jedoch zu einem Neubau einer zusätzlichen, ca. 600 m langen Entwässerungsleitung führen.

3.7 Einbau des mechanisch-biologisch behandelten Materials

Der Einbau des mechanisch-biologisch behandelten Abfalls gestaltet sich problemlos. Insbesondere die Forderung in Anhang 3 AbfAbIV nach dem Erreichen von 95 % der durch einen Einbauversuch nachgewiesenen maximal erreichbaren Einbaudichte, ließ sich bei mittleren Wassergehalten von ca. 35 Gew.-% mittels Verdichtungsgeräten aus dem Erdbau realisieren. Die veränderten Maßnahmen seit 2005 führen dazu, dass der Einbau heute vielmehr mit einem Erdbauwerk zu vergleichen ist als mit dem hinlänglich bekannten Kompaktieren von Siedlungsabfällen in der Vergangenheit.

Die bisher erforderliche arbeitstägige Abdeckung des Einbaubereiches wird in der seit 1. Februar 2007 geänderten Ablagerungsverordnung so nicht mehr zwingend gefordert. Auf der Deponie Singhofen wird der Ablagerungsbereich nur noch bei zu erwarteten

Niederschlägen abgedeckt. Der Deponiebetrieb wird hierdurch ohne negative Auswirkungen auf die Ablagerungen erheblich vereinfacht.

4 Korrelationsbetrachtungen

4.1 Trockensubstanz – DOC im Eluat

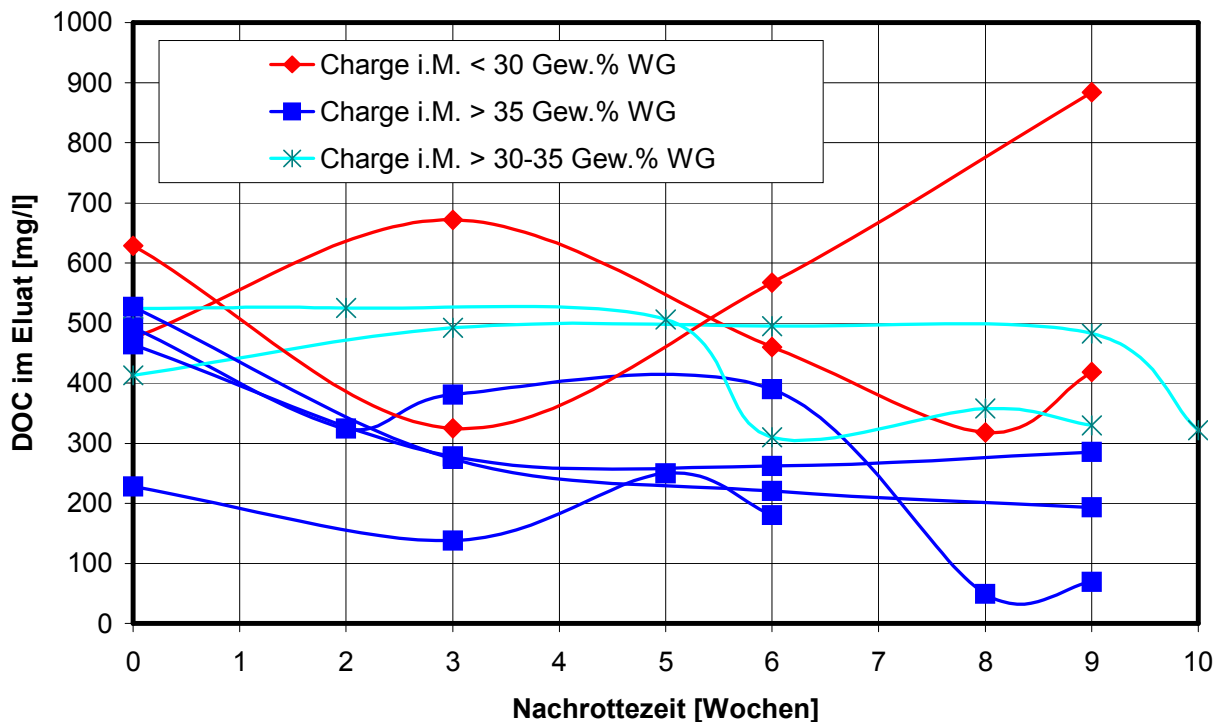


Abbildung 1 Mittlerer DOC im Eluat und Mittlerer AT_4 in Abhängigkeit vom Mittleren Trockensubstanzgehalt

Die grafische Darstellung in Abbildung 1 zeigt, dass sich ein mittlerer Wassergehalt > 35 Gew.-% über den Rotteverlauf günstig auf den Abbau organischer Substanz, hier am Parameter DOC im Eluat dargestellt, auszuwirken scheint. Nicht optimal gerottete Chargen wurden entsprechend weiterbehandelt.

4.2 Trockensubstanz – DOC im Eluat / AT₄

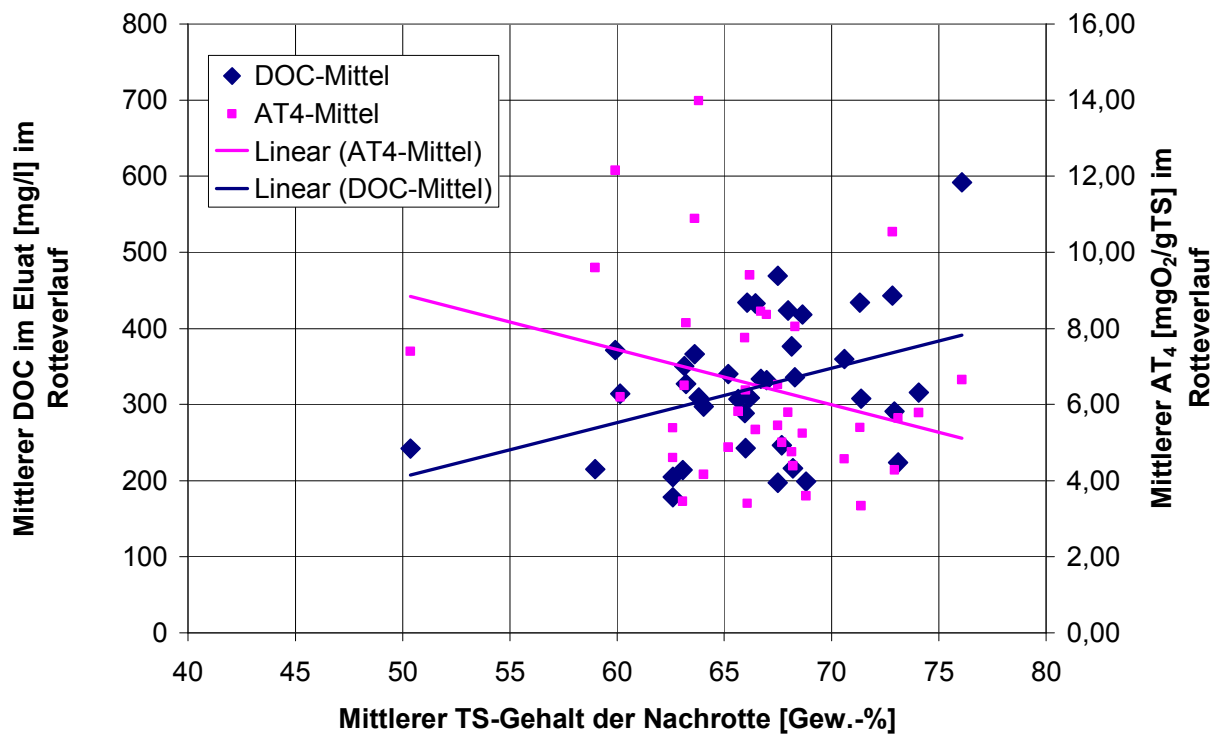


Abbildung 2 Mittlerer DOC im Eluat und Mittlerer AT₄ (im Verlauf der Rotte) in Abhängigkeit vom Mittleren Trockensubstanzgehalt

Während sich der DOC im Eluat mit niedrigem Trockensubstanzgehalt (im Mittel) reduziert und somit zu Gunsten der Ablagerungsbedingungen verläuft, so wirkt sich dies beim AT₄ genau entgegengesetzt aus. Beide Parameter scheinen also in Abhängigkeit vom mittleren TS-Gehalt im Nachrotteprozess zu stehen, jedoch gegenläufig. Dementsprechend ist ein hoher Feuchtegehalt der Reduktion des DOC im Eluat zuträglich lässt jedoch einen steigenden AT₄-Wert erwarten. Diesen Aspekt gilt es bei Optimierungsansätzen im Rotteprozess zu berücksichtigen.

5 Stoffströme

5.1 Heizwertreiche Fraktion

In der MBA Singhofen wird die heizwertreiche Fraktion durch Absieben des zerkleinerten Hausmülls gewonnen. Der Mengenanfall kann, wie bereits erläutert, über den Zerkleinerungsgrad des Vorzerkleinerers eingestellt werden. Es besteht die Möglichkeit die heizwertreiche Fraktion bei Bedarf mittels Bypass einem Nachzerkleinerer zuzuführen. Des Weiteren wird die heizwertreiche Fraktion über einen Magnetabscheider entfremdet. Auf eine weitergehende Behandlung der heizwertreichen Fraktion wurde bewusst verzichtet. Spezielle Aufbereitungsanlagen sind hier in der Lage, die heizwertreiche Fraktion verwerteranlagenspezifisch günstiger aufzuarbeiten.

5.2 Metalle

Anlagenbedingt ist die Mechanik nicht mit einem NE-Abscheider ausgestattet. Die in der Altanlage vorhandene Fe-Trennung mittels Magnetabscheider für Grobkorn (heizwertreiche Fraktion) und Feinkorn (biol. Behandlung) hat sich bewährt. Während das Fe des Grobkorns durch Anhaftungen verunreinigt und nur gegen Zuzahlung vermarktet werden kann, ist das Fe aus dem Feinkorn derzeit mit erheblichen Vergütungen zu vermarkten. Positiv hierbei wirkt sich die Neuinstallation einer Magnetrolle in der Feinmülllinie aus. Hierdurch konnte der Anfall der Fe-Metalle in der Feinmülllinie um ca. 30 % erhöht werden. Der aus den Anlieferungen direkt entnommene Mischschrott wird mit einer erheblichen Vergütung vermarktet. Insgesamt werden in der MBA Singhofen 1.636 t Metalle pro Jahr gewonnen, dies entspricht 1,9 % der Hausmüllmenge.

5.3 Schadstoffentfrachtung

Bei der Anlieferung besteht die Möglichkeit mittels eines Greiferbaggers oder Radladers die angelieferten Abfälle von Schadstoffen zu entfrachten. Jährlich werden hier ca. 15,4 t Altreifen, 2,1 t Fernseher und Monitore, mehrere Feuerlöscher und sogar Kühlschränke und sonstige Problemabfälle aussortiert.

6 Zusammenfassung

Die Einführung der Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) am 1. Juni 2005 und der 30. Bundesimmissionsschutzverordnung (30. BImSchV) spätestens zum 1. März 2006 zwangen insbesondere MBA-Betreiber zu einer Reihe von Umrüstungen und Neuinstallationen. So musste der mechanisch-biologisch behandelte Restabfall fortan die Anforderungen gemäß Anhang 2 und 4 der AbfAbIV einhalten und die während der Behandlung anfallende Abluft gefasst und mittels einer RTO thermisch behandelt werden. Die Errichtung neuer Rotte- und Abluftbehandlungstechnik brachte neben der Einhaltung der festgelegten Grenzwerte einige anlagen- und verfahrenstechnische Herausforderungen mit sich, die im Zuge der Inbetriebnahme und der damit verbundenen Optimierungsphase weitgehend bewältigt werden konnten.

7 Literatur

- | | | |
|---|------|--|
| Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit | 2001 | Dreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen – 30. BImSchV). Bundesgesetzblatt - Teil 1 Nr. 10. |
|---|------|--|

- | | | |
|---|------|--|
| Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit | 2006 | Verordnung zur Umsetzung der Ratsentscheidung vom 19. Dezember 2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien. Bundesgesetzblatt – Teil 1 Nr. 59. |
| Wallmann, R.; Dorstewitz, H.; Hake, J.; Santen, H.; Fricke, K. | 2006 | Betriebserfahrungen mit der Abluftbehandlung nach 30. BImSchV. – in: Müll und Abfall, 2006, Heft 6, S. 304-309. ISSN: 0027-2957 |
| Warnstedt, A.; Müller, G.; Dach, J. | 2006 | TOC im Eluat als relevanter Parameter gemäß AbfAbIV: Erfahrungen aus der MBA-Praxis, Einflussgrößen und Möglichkeiten der Optimierung. – in: Kühle-Weidemeier, M. (Hrsg.): Abfallforschungstage 2006. Cuvillier Verlag, Göttingen, ISBN 3-86537-863-3. |

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Andreas Warnstedt
Rhein-Lahn-Kreis Abfallwirtschaft
AWZ Singhofen
An der B 260
D-56379 Singhofen
Telefon +49 2604 941316
Email a.warnstedt@web.de
Website: www.rhein-lahn-info.de

Dipl.-Ing. Günter Müller
Rhein-Lahn-Kreis Abfallwirtschaft
Insel Silberau 1
D-56130 Bad Ems
Telefon +49 2603 972302
Email guenter.mueller@rhein-lahn.rlp.de
Website: www.rhein-lahn-info.de

Dr.-Ing. Joachim Dach
Björnsen Beratende Ingenieure
Maria Trost 3
D-56070 Koblenz
Telefon +49 261 8851181
Email j.dach@bjoernsen.de
Website: www.bjoernsen.de